云 南 植 物 研 究
2卷，4期，1980年11月，459—467页

ACTA BOTANICA YUNNANICA
Vol.2,No.4,November,1980,p.459—467

绿壳砂仁和阳春砂仁开花结实生物学特性的初步研究*

郭本森　陈耀武　汪婉芳

（中国科学院云南热带植物研究所）

本文报导绿壳砂仁和阳春砂仁开花结实的生物学特性，研究了开花结实与环境因子的关系，摸索了提高结实率的一些方法；同时对绿壳砂仁和阳春砂仁进行了初步杂交试验。

绿壳砂仁 (Amomum villosum Lour. var. xanthioides (Wall. ex Bak.) T.L. Wu & S. J. Chen)[1]和阳春砂仁 (A. Villosum Lour.)[2]是我国常用的重要中药材，性味辛温，有温脾、健胃、行气调中、消食、安胎作用。研究证明它们含有基本相同的化学成分。绿壳砂仁主要产云南的耿马、沧源、勐腊等地，资源比较丰富，是新近发掘的一种比较珍贵南药植物。我们于1973年至75年对绿壳砂仁和传统的阳春砂仁作了开花结实生物学特性的观察比较，同时研究了其开花结实与某些环境因素的关系，并作了初步的杂交试验。现报道如下。

材料和方法

供试绿壳砂仁采自勐崙小腊公路52公里处，阳春砂仁由广东引入，栽培结果已一年以上。试验地五亩，土壤PH6.5—7.0，全氮0.15%，全磷0.10%，小区面积20平方米，设有重复，小区双行排列，定株定时常规观察记载开花结实生物学特性，并于盛花期取单株常规法[3,4]测定植株各器官氮、磷含量，进行综合分析研究。

试验结果

一、开花结实的生物学特性

（一）开花习性　两种砂仁花期都在30—40天（表1）。绿壳砂仁于四月下旬至五月上旬开始开花，而阳春砂仁则要提早15—20天。绿壳砂仁和阳春砂仁在整个开花期都会出现三个日开花数较多的开花高峰期，在勐崙的气候条件下，见花后10—15天，出现第一个高峰，3—5天后出现第二个高峰，7—10天后又出现第三个高峰，最后一个高

* 本项工作曾得到我所蔡希陶所长关心与指导；昆明动物所协助鉴定昆虫标本；并得到我所药物组，云南勐腊医药公司、勐腊曼旦砂仁场等单位的协助；在此一并致谢。

峰持续时间较短，开花数量较少(图1)。三个高峰期所开的小花总数约占开花期的总开花数的60—70%。花序着生的部位与数量两种砂仁很相似，均是1—3个花序着生在离球状茎20—30厘米的走茎上。野生条件下绿壳砂仁花芽较少。绿壳砂仁每个花序有小花12—14朵，个别达18—20朵，而阳春砂仁一般具10—12朵。小花自下而上顺次开放，约需6—8天，阳春砂仁需5—6天。花粉出现的时间都随气温升降而提早或推迟。在勐崙6、7月份高温多湿，花粉于清晨7时左右出现，在上午8—10时开始散粉。绿壳砂仁的花粉直径40—45μ，阳春砂仁35—40μ。绿壳砂仁的花粉数量也较阳春砂仁为多。在花的构造上，绿壳砂仁的花药与唇瓣的平均长度分别为0.65厘米和2.0厘米，而阳春砂仁是0.50厘米和1.8厘米。两种砂仁的柱头都长于雄蕊并紧贴唇瓣。在勐崙用分枝繁殖的方法，绿壳砂仁和阳春砂仁2—3年均能开花结果。

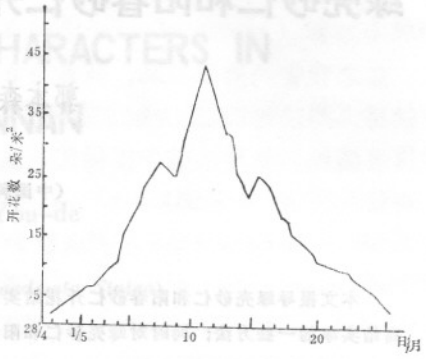

图1 阳春砂仁开花高峰期(1974)

Fig. 1 The peak stage of blooming variety of *A. villosum*

(二) 结果与落果 绿壳砂仁和阳春砂仁经昆虫授粉后，约7—10天子房就开始膨大，前者形成具有软刺的淡绿色幼果，后者则形成鲜红色幼果。幼果在发育的头一个月，纵、横径增长迅速，以后则减慢，至成熟前，果实开始失水，果形略小。绿壳砂仁果实快成熟时，由绿转淡黄色，充分成熟时，果皮易开裂；阳春砂仁成熟果呈黑红色。在幼果发育头一个月，绿壳砂仁果实发育速度比阳春砂仁要快(见图2)。绿壳砂仁虽比阳春砂仁迟开花15—20天，但其果实成熟期却比阳春砂仁要提早半月左右见(表1)。二种砂仁的落果现象都十分严重，是影响产量的重要原因，由表2可知，横径在0.5厘米以下，落果率高达62.6—67.5%；0.5—1.0厘米者，落果率为41.7—50%；1.0厘米以上者为10.0—12.2%。可见幼果最易脱落，成熟果脱落率相对要低。防止砂仁的落果，实为生产上一个重要问题。

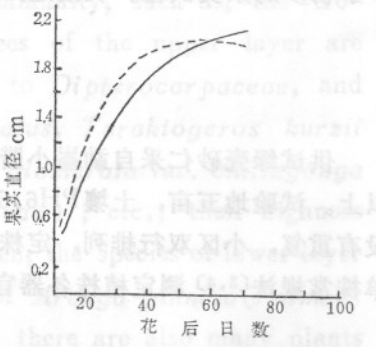

图2. 绿壳砂仁和阳春砂仁果实发育速度比较

----*A. villosum* var *xanthioides*

——*A. villosum*

Fig.2 The comparison of the development of fruit between *A. villosum* var. *xanthioides* and *A. villosum*

(三) 花粉与柱头生活力的测定 用萨尔达柯夫染色法[5]，测定花粉生活力(图3)。绿壳砂仁和阳春砂仁花粉生活力的变化趋势基本是一致的。清晨刚出现的花粉，生活力最强，生活一天后，花粉生活力减至20%左右。柱头的生活力经去雄后，定时授粉(每隔6—12小时授粉一次)，也表明当日的柱头生活力最强，一天以后，柱头生活力大为减弱，结实率显著减低。

表1. 绿壳砂仁和阳春砂仁开花结实情况比较

Table 1. The comparison between the flowering and fruiting of *A. villosum* var. *xanthioides* and *A. villosum*.

品种 Variety	始花期（日/月） Starting time of flowering	盛花期 Ten Period of flowering	幼果形成期 days/Month Period of young-fruit	果实成熟期 Period of fruit-maturing	果实发育一月内横径净增长量mm/日 The transverse diameter increase(mm/day)of fruit development in a month	果实颜色 Colour of fruit 幼果 Young fruit	果实颜色 Colour of fruit 成熟果 mature fruit	成熟果果皮 The shell of mature fruit
绿壳砂仁 A. villosum var. xanthioides	20—30/4 —— 1—10/5	1—10/5 ——10—20/6	10—20/5 ——20—30/6	1—10/8 ——20—30/8	0.49	绿 green	淡黄 pale yellow	易开裂 easy to split
阳春砂仁 A. villosum	1—10/4 ——10—20/4	10—20/4 ——10—20/5	10—20/4 ——20—30/5	20—30/8 —— 1—10/9	0.40	鲜红 red	黑红 black red	不易裂开 uneasy to split

表2 绿壳砂仁和阳春砂仁落果情况*

Table 2. The comparison of the fruit shedding between *A. villosum* var. *xanthioides* and *A. villosum*

横径Transverse diameter / 项目 Items / 品种 Variety	<0.5cm 果数 No. of fruit	<0.5cm 落果数 No. of fruit shedding	<0.5cm 落果率(%) shedding rate	0.5—1.0cm 果数 No. of fruit	0.5—1.0cm 落果数 No. of fruit shedding	0.5—1.0cm 落果率(%) shedding rate	>1.0cm 果数 No. of fruit	>1.0cm 落果数 No. of fruit shedding	>1.0cm 落果率(%) sheddingrate
绿壳砂仁 A. villosum var. xanthioides	211	132	62.6	112	56	50.0	19	2	10.0
阳春砂仁 A. villosum	126	85	67.5	72	30	41.7	41	5	12.2

* 绿壳砂仁在勐腊曼旦砂仁场栽培；阳春砂仁在云南热植所栽培。

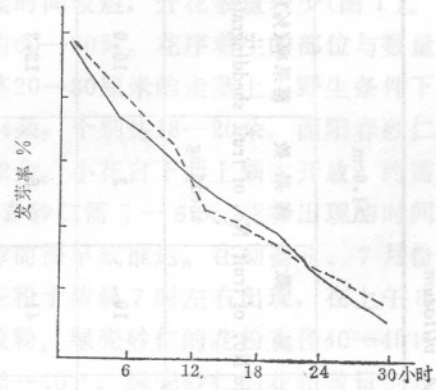

图3. 绿壳砂仁和阳春砂仁花粉生活力变化

----*A. villosum* var. *xanthioides*

——*A. villosum*

Fig.3. Comparison of the viability of pollen between *A. villosum* var. *xanthioides* and *A. villosum*

二、环境因子对结实率的影响

（一）昆虫 在勐崙授粉昆虫主要有排蜂 Megapis dorsata Fabricius，蓝彩带蜂 Nomia chalgbata Smith。尤以彩带蜂授粉效果最佳。其它昆虫如中华蜜蜂 Apis cerana Fa. b.，绿条无垫蜂 Amegilla zonata Linr. 等均无授粉效果。由于勐崙地区彩带蜂较少，且出现时间也较晚，结实率一般都较低。我们在调查勐腊县曼旦砂仁场的野生砂仁时，发现当地彩带蜂很多，出现时间也较长，结实率高达30%以上。可见授粉昆虫种类、数量和出现时间与砂仁结实率存在密切的关系（见表3）。

（二）温、湿度对结实率的影响 试验发现，温、湿度的变化与结实率的高低有较大关系（图4）。在勐崙同样授粉条件下，五月份结实率普遍较高，而三、四月和六月份结实率一般较低。这是因为三、四月份正值干热季节，日气温较高，相对湿度较低。对花粉的发育和授精作用都较不利。五月份雨水逐渐增多，相对湿度有明显升高，气温有所降低，对砂仁开花结实较为有利，结实率明显提高。六月份以后，由于盛花期已过，植株营养水平显著降低，柱头和花粉的生活力衰退，结实率有下降趋势。

由表4可见：无论人工授粉和自然授粉，不同时期的授粉效果是不同的。在勐崙五月中下旬授粉效果为最好。高温、低湿条件是不利于砂仁花粉的发育（见表5）。

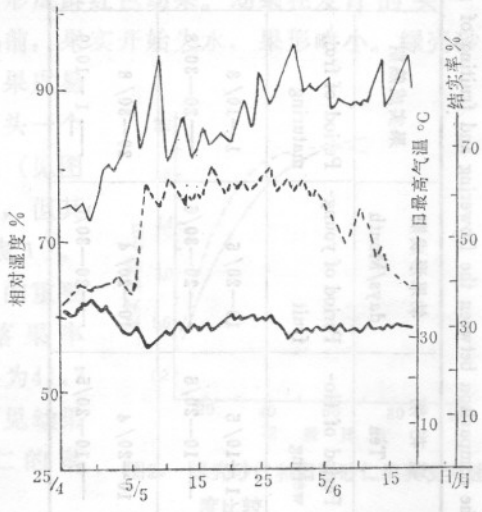

图4. 温、湿度对结实率的影响（1975年）

~~~相对湿度 ----结实率 ——日最高气温

Fig.4. Effect of temperature and humidity on fruiting rate

~~~Relative humidity

----Fruiting rate

——Max. temperature in a day

表3 主要授粉昆虫与结实率的关系

Table 3. Relations between main pollinating insects and fruiting rate

品种 Variety	调查地点 Areas investeguted	植株密度（株/平方米） density (plants/m²)	昆虫名称 Name of insects	数量 quantity	结实率（%） fruiting rate
绿壳砂仁 A. villosum var. xanthioides	曼旦砂仁场（北坡） farm of Mandn(north slope)	8	Nomia chalgbata Smith	+++	31.3
	曼旦砂仁场（南坡） Farm of Mandan(south slope)	10	Nomia chalgbata Smith	+	1.0
阳春砂仁 A. villosum	云南热植所（一号田） Yunnan Institute of Tropical Botany No.(1)	20	Megapis dorsata Fabricius	++	12.5
	云南热植所（二号田） Yunnan Institute of Tropical Botany No.(2)	19	Megapis dorsata Fabricius	+	2.5

表4 不同时期授粉对结实率的影响

Table 4. Effect of pollination stage of different on fruiting rate

品种：阳春砂仁 Variety: *A. villosum*

时间 Stage / 目项 Item / 授粉方式 Methods of pollination	20—30/3——20—30/4（日/月） 20—30/Mar.——20—30/Apr.			10—20/5——20—30/5（日/月） 10—20/May.——20—30/May			10—20/5（日/月） 10—20/June		
	授粉花数 flowering number of pollination	结实数 No. of fruiting	结实率(%) fruiting rate	授粉花数 Flowering number of pollination	结实数 No. of fruiting	结实率(%) Fruiting rate	授粉花数 Flowering number of pollination	结实数 No. of fruiting	结实率(%) Fruiting rate
人工授粉 Artificial supplementary pollination	734	264	36.0	648	402	62.0	153	48	31.4
自然授粉 Natural pollination	772	30	3.9	165	20	12.1	630	18	2.9

表5 不同温度条件对花粉发芽率的影响

Table 5. Effect of different temperatures on pollen germination

品种 Variety	发芽温度 (℃) Temperature of germination	试验花粉数 (个) NO. of experiment pollens	12小时后检查发芽数 (个) No. of germination examined after 12 hours	萌发率 (%) germination rate
绿壳砂仁 A. villosum var. xanthioides	20—25	182	128	70.3
	40—45	116	28	24.1
阳春砂仁 A. villosum	20—25	209	169	80.9
	40—45	172	29	16.9

表6 不同荫蔽度对开花、结实、产量影响

Table 6. Influence of different shade densities on flowering, fruiting and yields.

荫蔽度 (%) Shade density	植株密度 (株/平方米) density (plants/m^2)	始花期 (旬/月) Starting time of flowering (ten days/month)	盛花期 (旬/月) flowering (ten days/month)	干果重/20平方米 (克) weight of dry fruit/20m^2 (g)
10—20	21	1—10/4	20—30/4 —— 1—10/5	273.0
60—80	20	20—30/4	10—20/5 —— 20—30/5	442.5

（三）不同荫蔽度与结实率的关系

不同荫蔽度对开花结实和产量影响的试验证明，10—20%的荫蔽度，虽能提早开花和增加每亩小花数，但后期产量还不如60—80%荫蔽度的处理（表6）。因前者盛花期多处高温干热季节，对花粉发育十分不利，这一时期开的花虽多但结实率却较低，因而产量还不如后者。如果适当延迟开花期，对提高砂仁结实率往往是有利的。

三、提高结实率的试验

（一）人工授粉和杂交试验。人工授粉能明显地提高绿壳砂仁和阳春砂仁的结实率。若用绿壳砂仁的花粉授于阳春砂仁的柱头上，对加速幼果发育有较好效果。日横径净增长量比对照（自花授粉）增加0.1—0.15毫米，后期果实也比对照要大，但杂交后未能改变果实颜色，阳春砂仁花粉授于绿壳砂仁，幼果期出现红、绿杂色，但半月以后红色逐渐消失，仍保持绿色，这种杂交对绿壳砂仁的果实发育速度无明显影响。以上二种杂交方式均不能提高结实率，最好的杂交方法和时间尚待进一步研究。

（二）激素对提高结实率和防止落果的效果。用2，4-D、秋水仙碱、赤霉素、萘乙酸、吲哚乙酸等激素进行了试验，发现低浓度2，4-D、秋水仙碱对提高结实率和减少落果有较好效果，但前者在未授精条件下，后期会形成畸形的无子果实（表现出果实中空），因而减低了经济价值，在生产上应引起注意。用5—10ppm秋水仙碱处理绿壳砂仁的花粉，发现它对花粉管的延长产生很好效果，其花粉管的长度要比对照长3—4倍。但供试的其它激素对提高结实率均无明显效果。

（三）不同生育期施磷肥对砂仁开花结实的影响。不同生育期施磷肥对砂仁生长和产量都有较好的影响。在自然授粉条件下，花芽分化期、孕蕾前、开花前施磷肥，分别比对照（不施磷）增产16.1%，76.8%，69.0%。施磷后，果实籽粒饱满，比对照要大。且成熟期也提早。经植株各器官的营养分析表明：增施磷肥后，提高了砂仁各器官的营养水平，特别是对花器官产生了良好影响。施磷的植株各器官全氮全磷的含量比对照为高。可见磷肥不但能促进砂仁的营养生长，而且对砂仁的生殖生长也有良好的影响。

参　考　文　献

〔1〕吴德邻、陈升振，1978：中国姜科植物新资料，植物分类学报 16（3）：38

〔2〕中国医学科学院药物研究所、广东药品公司，1972：春砂仁，人民卫生出版社。

〔3〕Koch. F. C. and McMeekin, I. J., 1924: A new direct nesslerzation micro-kjeldahl method and a modification of the Nessler-Folin reagent for ammonia. Jour. Amer Chem. Soc., 46:2066.

〔4〕李庆逵等，1958：土壤分析法，科学出版社。

〔5〕朱庆麟，1964：农作物授粉后花粉与柱头之相互作用（Ⅱ）柱头生理〈遗传集刊〉No. 4:17—38。

PRELIMINARY STUDIES ON THE FLOWERING HABIT AND FRUIT SETTING OF AMOMUM VILLOSUM VAR. XANTHIOIDES AND A. VILLOSUM

Guo Ben-sen Chen Yao-wu Wang Wan-fang

(Yunnan Institute of Tropical Botany, Academia Sinica)

Amomum villosum Lour. var. *xanthioides* (Wall. ex Bak.) T. L. Wu & J. chen and *A. villosum* Lour. are important medicinal plants, the fruit may be used as a good medicinal material, though these plants are often fully covered with blossom, yet they bear only few fruits or even none at all. In the present paper the biological characters of flowering and fruiting of these species and their interrelationship with the surrounding are described. The results are briefly summarized as follows:

(1) During the flowering period, the flowering curve showed three distinct maxima: 10—15 days after flowering, the first maximum occured and continued for about 3—5 days, then the second maximum appeared and later came the third maximum (Fig 1). The vitality of pollen and stigma was determinated. The results were made as shown in Fig 3.

(2) The harvest time for *A. villosum* var. *xanthioides* was fifteen days or so earlier than that of *A. villosum*. The development of the fruit was also faster than that of *A. villosum*. The experiment on hybridization between *A. villosum* var. *xanthioides* and *A. villosum* was made and the results showed that the fruiting rate can not be increased by this means. But the effective means of hybridization and the time of application have to be further investigated.

(3) The phenomenon of fruit shedding was very prevalent during the fruiting peroid. The highest shedding percentage might be above sixty. Under our experimental conditions, the dropping of young fruits was more serious than that of the mature ones.(Fig 2). Proper use of 2, 4—D and colchicine at the time of flowering period could decrease the shedding of fruits, however, under the conditions of unfertilization, if these flowers were treated with 2,

4—D, the fruits became empty inside. Under the conditions of artificial supplementary pollination, the fruiting rate could be increased. However, the fruiting rates closely related to the climatic conditions and to the period of pollination. In Xishuang-banna district, the fruiting rate in May was higher than in March, April and June.

(4) Under the conditions of natural pollination, the expriments of phosphoric fertilizer could make the plants grow and fruit better, and ripe earlier. The yield by this method alone is about 16.1—76.8% higher than that of the control plants. The dry weight of above-ground per plant, the total nitrogen and phosphoric content of per organ were also increased. In this way a better growth of plant was ensured and a higher yield obtained.